



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 349 666**

51 Int. Cl.:

F02K 1/38 (2006.01)

F02K 1/48 (2006.01)

B29C 70/54 (2006.01)

C04B 35/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08762059 .7**

96 Fecha de presentación : **11.02.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2118474**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.11.2009**

54

Título: **Procedimiento de fabricación de una estructura con lóbulos de mezclador de flujo de CMC para motor aeronáutico con turbina de gas.**

30

Prioridad: **12.02.2007 FR 07 53201**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.01.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.01.2011

73

Titular/es: **SNECMA PROPULSION SOLIDE
Les Cinq Chemins
33187 Le Haillan Cédex, FR**

72

Inventor/es: **Philippe, Eric;
Ducharlet, Pascal;
Coupe, Dominique y
Lalanne, Jean-Daniel**

74

Agente: **Curell Aguilá, Marcelino**

ES 2 349 666 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

Descripción:

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

5 La presente invención se refiere a la realización de mezcladores de flujo de material compuesto de matriz cerámica (material CMC) para motores aeronáuticos con turbina de gas de doble flujo.

10 En una turbina de gas de doble flujo de motor aeronáutico, el flujo admitido en la entrada a través de la soplante se divide en un flujo primario que atraviesa el compresor, la cámara de combustión y la turbina y un flujo secundario o flujo de soplante que rodea el compresor, la cámara de combustión y la turbina. En la salida, el flujo primario “caliente” que comprende los gases de combustión y el flujo de soplante “frío” se mezclan.

Con el fin de reducir el ruido del chorro eyectado, se conoce el uso de mezcladores con lóbulos que favorecen la mezcla entre los flujos.

15 El uso de material CMC para realizar tales mezcladores con lóbulos se ha propuesto con el fin de minimizar su masa al tiempo que se conserva una buena resistencia mecánica. En efecto, los materiales CMC se conocen por sus propiedades termoestructurales, a saber, propiedades mecánicas que los hacen adecuados para formar piezas de estructura y la capacidad de conservar estas propiedades a 20 temperaturas elevadas. Materiales CMC típicos comprenden un refuerzo fibroso de fibras refractarias (carbono o cerámica) densificado mediante una matriz por lo menos en parte de cerámica.

25 Un mezclador con lóbulos de CMC se describe en el documento W02006/035186. El mezclador descrito en la presente memoria está formado por varias estructuras con lóbulos en forma de sectores fabricados por separado de CMC y ensamblados y está dotado además de un anillo rigidizador interno.

OBJETIVO Y SUMARIO DE LA INVENCION

30 La invención presenta como objetivo proponer un procedimiento particular que permite obtener una estructura con lóbulos de CMC no desarrollable que constituye un sector de mezclador con lóbulos, para formar un mezclador completo mediante ensamblaje de varios sectores, o incluso que constituye un mezclador con lóbulos de CMC

en una sola pieza, es decir, no obtenido mediante ensamblaje de varios sectores de CMC.

Este objetivo se alcanza gracias a un procedimiento de fabricación de una estructura con lóbulos de mezclador de flujo de turbina de gas que presenta una parte
5 aguas arriba anular prolongada hacia aguas abajo por una parte que forma una falda de múltiples lóbulos que presenta una pluralidad de lóbulos distribuidos alrededor de un eje longitudinal de la estructura con lóbulos, comprendiendo el procedimiento:

- la realización de una preforma fibrosa de fibras refractarias que presenta una forma correspondiente a la de la estructura con lóbulos que va a fabricarse, a partir de
10 varios elementos constitutivos de textura fibrosa que se ensamblan entre sí y a los que se da forma por medio de un instrumento de forma correspondiente a la de la estructura con lóbulos que va a fabricarse para obtener una preforma fibrosa ensamblada con una primera parte de preforma correspondiente a la parte anular de la estructura con lóbulos y una segunda parte de preforma correspondiente a la falda de múltiples lóbulos de la estructura con lóbulos, estando realizado el ensamblaje de los elementos constitutivos de
15 la preforma fibrosa por lo menos en parte a lo largo de líneas de conexión que se extienden sensiblemente en el sentido de paso del flujo al nivel de lóbulos de la parte de preforma de falda de múltiples lóbulos, y

- la densificación de la preforma fibrosa a la que se ha dado forma y ensamblada, mediante una matriz por lo menos en parte de cerámica.

20 Por parte anular, se entiende en este caso un sector de un anillo (siendo el eje longitudinal el del anillo) o un anillo completo. Asimismo, por falda de múltiples lóbulos se entiende en este caso un sector de falda de múltiples lóbulos completo o una falda de múltiples lóbulos completa.

De este modo, la preforma fibrosa y la estructura con lóbulos obtenida mediante
25 densificación de la preforma pueden presentar una forma correspondiente a un sector de un mezclador que va a realizarse, obteniéndose este último mediante ensamblaje de varias estructuras con lóbulos alrededor del eje del mezclador.

Como variante, la preforma fibrosa puede presentar una forma correspondiente a la de un mezclador completo que va a realizarse y el mezclador se obtiene tras la
30 densificación de la preforma sin que sea necesario el ensamblaje de sectores.

La invención es notable especialmente porque las pérdidas de cargas aerodinámicas se limitan minimizando las perturbaciones del paso del flujo gaseoso en el mezclador mediante el ensamblaje de los elementos constitutivos de la preforma al nivel

de los lóbulos a lo largo de líneas que se extienden en el sentido de este paso y mediante la realización de una estructura con lóbulos en una sola pieza mediante densificación de una preforma ensamblada, a pesar de una forma no desarrollable.

5 El ensamblaje de los elementos constitutivos de la preforma fibrosa a lo largo de las líneas de conexión puede realizarse mediante costura o mediante implantación de hilos o agujas.

Las líneas de conexión pueden extenderse preferentemente por los flancos de los lóbulos o a lo largo de sus partes superiores externas.

10 El ensamblaje de los elementos constitutivos de la preforma fibrosa puede realizarse con recubrimiento de bordes adyacentes de éstos o por medio de bandas de ensamblaje que recubren los bordes adyacentes de éstos.

15 Los elementos constitutivos, por tanto, podrán realizarse eventualmente con un espesor reducido en las zonas en recubrimiento de sus bordes adyacentes con el fin de evitar la presencia de sobreespesores notables susceptibles de perturbar el paso del flujo gaseoso.

Los elementos de textura fibrosa constitutivos de la preforma fibrosa pueden realizarse mediante tejido tridimensional o tejido de múltiples capas, lo que les confiere una buena resistencia a la delaminación.

20 Ventajosamente, los elementos de textura fibrosa constitutivos de la preforma fibrosa son de fibras de cerámica, concretamente de fibras de carburo de silicio (SiC). De este modo se confiere al material CMC obtenido tras la densificación mediante la matriz cerámica una rigidez elevada, lo que evita la necesidad de prever un anillo rigidizador al nivel de los lóbulos, constituyendo la presencia de un anillo de este tipo un inconveniente desde el punto de vista aerodinámico.

25 Según un modo de realización, el procedimiento comprende:

- la realización de un elemento de textura fibrosa en forma de banda,
- la realización de incisiones a través de la banda, extendiéndose las incisiones desde un lado de la banda, de manera sensiblemente perpendicular a este lado y sobre una distancia inferior al ancho de la banda,
- 30 - el corte de elementos en forma de sectores en una textura fibrosa,
- el ensamblaje de cada sector con la banda mediante conexión entre los bordes del sector y los bordes de una incisión respectiva de la banda, insertándose cada sector por tanto entre los bordes de una incisión.

El elemento en forma de banda puede realizarse mediante tejido tridimensional con un espesor en su parte sin incisiones superior a su espesor en su parte con incisiones. Se obtiene de este modo directamente una primera parte de preforma correspondiente a la parte anular de la estructura con lóbulos con un espesor superior al de la segunda parte de preforma correspondiente a la falda de múltiples lóbulos.

Como variante, la primera parte de preforma puede obtenerse superponiendo al elemento en forma de banda por lo menos un estrato anular suplementario de textura fibrosa. El estrato anular suplementario puede recubrir a continuación zonas de arranque de los lóbulos de la parte de preforma correspondiente a la falda de múltiples lóbulos, al nivel de los fondos de las incisiones formadas en el elemento en forma de banda, con el fin de reforzar estas zonas de arranque de los lóbulos.

Según otro modo de realización, el procedimiento comprende:

- la realización de una pluralidad de elementos de textura fibrosa que comprende cada uno un sector de por lo menos un primer estrato anular constitutivo de la primera parte de preforma correspondiente a la parte anular de la estructura con lóbulos y un sector de la segunda parte de preforma correspondiente a la falda de múltiples lóbulos, y
- el ensamblaje de los elementos por lo menos a lo largo de bordes adyacentes de los sectores de la segunda parte de preforma correspondiente a la falda de múltiples lóbulos.

Para formar la primera parte de preforma correspondiente a la parte anular de la estructura con lóbulos, puede añadirse por lo menos un estrato anular suplementario de textura fibrosa que cubre por lo menos los sectores del primer estrato anular. Un estrato anular suplementario puede entonces recubrir las zonas de arranque de los lóbulos de la segunda parte de preforma correspondiente a la falda de múltiples lóbulos, con objeto de reforzar estas zonas de arranque de los lóbulos.

La invención también tiene por objeto un mezclador de flujo de CMC de turbina de gas que se obtiene mediante ensamblaje de varios sectores que forman estructuras con lóbulos fabricadas por el procedimiento que se define a continuación, o que está formado directamente por una estructura con lóbulos fabricada mediante un procedimiento de este tipo.

La invención también tiene por objeto un motor aeronáutico con turbina de gas de doble flujo equipado con un mezclador de CMC de este tipo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 5 - la figura 1 es una vista en perspectiva de un mezclador con lóbulos, tal como puede obtenerse mediante un procedimiento según la invención;
- la figura 2 es una vista parcial en sección que muestra esquemáticamente un modo de montaje del mezclador de la figura 1;
- 10 - las figuras 3 a 5 son unas vistas esquemáticas en perspectiva de elementos de instrumento que pueden usarse para la puesta en práctica de un procedimiento conforme a la invención;
- la figura 6 es una vista parcial de un elemento en forma de banda con incisiones que forma un elemento constitutivo de preforma fibrosa de estructura con lóbulos según un primer modo de realización de la invención;
- 15 - las figuras 7 y 8 son unas vistas en sección según los planos VII-VII y VIII-VIII de la figura 6;
- la figura 9 es una vista parcial que muestra una textura fibrosa en la que pueden cortarse elementos en forma de sectores que forman elementos constitutivos de una preforma fibrosa de estructura con lóbulos según el primer modo de realización de la invención;
- 20 - la figura 10 es una vista parcial en sección según el plano X-X de la figura 9;
- la figura 11 es una vista esquemática parcial que muestra el ensamblaje del elemento en forma de banda de la figura 5 con elementos en forma de sectores cortados en la textura fibrosa de la figura 8, según el primer modo de realización de la invención;
- 25 - la figura 12 es una vista de detalle en sección a escala ampliada que muestra el ensamblaje con recubrimiento entre bordes adyacentes de un elemento en forma de sector y de una incisión del elemento en forma de banda según el primer modo de realización de la invención;
- las figuras 13 a 15 muestran ligamentos para el tejido tridimensional de los elementos constitutivos de la preforma fibrosa de estructura con lóbulos;
- 30 - la figura 16 es una vista de detalle en sección a escala ampliada que muestra el ensamblaje entre bordes adyacentes de un elemento en forma de sector y de una incisión del elemento en forma de banda, que utiliza una banda de ensamblaje según una variante del primer modo de realización de la invención;

- la figura 17 es una vista esquemática parcial en perspectiva que muestra la aplicación con conformación sobre un elemento de instrumento de la figura 3 de una preforma fibrosa de estructura con lóbulos formada mediante ensamblaje de elementos constitutivos según el primer modo de realización de la invención;

5 - la figura 18 es una vista esquemática parcial en perspectiva que muestra el uso de un estrato anular suplementario de textura fibrosa para la parte de preforma correspondiente a la parte anular de la estructura con lóbulos;

- las figuras 19 y 20 son vistas parciales en sección según los planos XIX-XIX y XX-XX de la figura 18;

10 - la figura 21 es una vista de un elemento constitutivo de preforma fibrosa de estructura con lóbulos según un segundo modo de realización de la invención;

- la figura 22 es una vista parcial en sección según el plano XXII-XXII de la figura 21;

15 - la figura 23 es una vista esquemática parcial que muestra el ensamblaje de elementos que forman sectores tales como el de la figura 21, según el segundo modo de realización de la invención;

- la figura 24 es una vista de detalle en sección a escala ampliada que muestra el ensamblaje con recubrimiento entre bordes adyacentes de elementos que forman sectores según el segundo modo de realización de la invención;

20 - la figura 25 es una vista de detalle en sección a escala ampliada que muestra el ensamblaje entre bordes adyacentes de elementos en forma de sectores, que utiliza una banda de ensamblaje, según una variante del segundo modo de realización de la invención;

25 - la figura 26 es una vista esquemática parcial en perspectiva que muestra la aplicación con conformación sobre un elemento de instrumento de la figura 4 de una preforma fibrosa de estructura con lóbulos formada mediante ensamblaje de elementos constitutivos según el segundo modo de realización de la invención;

30 - las figuras 27 y 28 son unas vistas parciales en sección según los planos XXVII-XXVII y XXVIII-XXVIII de la figura 26 que muestra concretamente estratos fibrosos suplementarios utilizados para la parte de preforma correspondiente a la parte anular de la estructura con lóbulos;

- la figura 29 es una vista esquemática en perspectiva de una estructura con lóbulos tal como se obtiene según el primer o el segundo modo de realización de la

invención; y

- la figura 30 es una vista esquemática en perspectiva de una estructura con lóbulos tal como se obtiene según aún otro modo de realización de la invención.

5 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE MODOS DE REALIZACIÓN

La figura 1 muestra un mezclador de flujo de lóbulos para motor aeronáutico con turbina de gas tal como puede obtenerse mediante un procedimiento según la invención.

10 La forma general de un mezclador de este tipo se conoce en sí misma. El mezclador comprende una parte 2 en forma de anillo prolongada hacia aguas abajo por una parte 3 que forma una estructura o falda de múltiples lóbulos completa que comprende una pluralidad de lóbulos 13 distribuidos circunferencialmente alrededor de un eje longitudinal 5 del mezclador. Las expresiones “aguas arriba” y “aguas abajo” se utilizan en este caso como referencia a la dirección general de paso de flujo gaseoso en el
15 mezclador. Los lóbulos 13 son de formas similares con la excepción eventualmente de uno 13a entre ellos situado en una zona de conexión del motor con un árbol de soporte y que presenta una parte superior externa ampliada y aplanada.

En el marco de la presente invención, el mezclador 1 se realiza de material CMC, contemplando este término en este caso los materiales que comprenden un refuerzo
20 fibroso de fibras refractarias (carbono o cerámica) densificado mediante una matriz por lo menos parcialmente de cerámica, siendo por lo menos una fase externa de la matriz de cerámica, dado que los compuestos de tipo óxidos refractarios se clasifican en este caso con la denominación cerámica. Ejemplos típicos de tales materiales CMC son los materiales C/SiC (refuerzo de fibras de carbono y matriz de carburo de silicio), los
25 materiales SiC/SiC (fibras de refuerzo y matriz de SiC) y los materiales C/C-SiC (refuerzo de fibras de carbono y matriz mixta de carbono (lo más próximo a las fibras) y SiC). Una capa de interconexión, por ejemplo de carbono pirolítico (PyC) o de nitruro de boro (BN), puede interponerse entre las fibras y la matriz. En el marco de la presente invención, se utilizan preferentemente fibras de SiC para la formación del refuerzo fibroso, pudiendo
30 estar dotadas las fibras de SiC previamente de un revestimiento de interconexión de PyC.

Tal como se ilustra mediante la figura 2, el mezclador 1 está soportado mediante conexión con una virola metálica interna 6 por medio de patas 7 de conexión metálicas. En un extremo, las patas de conexión se fijan mediante atornillado en una brida formada de

manera solidaria con la virola interna 6. En su otro extremo, las patas 7 de conexión se fijan mediante atornillado en el anillo 2 del mezclador. Las patas 7 de conexión presentan una forma curvada para presentar una capacidad de deformación elástica que permite absorber dilataciones diferenciales de origen térmico entre el mezclador de material CMC y la virola metálica interna 6. Otras patas de conexión (no representadas) elásticamente deformables que alternan con las patas 7 de conexión conectan la virola interna 6 a una virola externa 8. Las virolas 6 y 8 permiten soportar el mezclador 1 en un cárter de una zona de escape de tobera de gas. Un montaje de este tipo se describe en el documento WO2006/035186 ya mencionado.

En el ejemplo ilustrado, el mezclador 1 está formado mediante ensamblaje de varios sectores 10 de CMC, que en este caso son 3. Los sectores pueden extenderse sobre ángulos sensiblemente iguales. Cada sector 10 forma una estructura con lóbulos con una parte anular 11 que forma un sector del anillo 2 del mezclador y una falda 12 de múltiples lóbulos que comprende varios lóbulos 13 y que forma un sector de la falda de múltiples lóbulos 3 del mezclador. Los sectores 10 se ensamblan a lo largo de sus bordes adyacentes por ejemplo mediante atornillado o remachado.

Según una característica del procedimiento de la invención, la preforma fibrosa que constituye el refuerzo de una estructura con lóbulos 10 de CMC se realiza a partir de elementos constitutivos de la preforma de textura fibrosa, elementos que se ensamblan entre ellos y conformados sobre un elemento de instrumento para constituir una preforma completa de estructura con lóbulos.

Un elemento de instrumento de este tipo, o forma 20 que presenta una forma correspondiente a la de la estructura con lóbulos 10 que va a fabricarse, se ilustra mediante la figura 3. Comprende una parte anular 21, que corresponde a la parte anular 11 de la estructura con lóbulos y una parte de múltiples lóbulos 22 que corresponde a la falda 12 de múltiples lóbulos de la estructura con lóbulos, con varios lóbulos 23 distribuidos sobre una parte de circunferencia alrededor de un eje 25 y que corresponde a los lóbulos 13 de la estructura con lóbulos.

Están previstos además elementos de conformación que permiten conformar la preforma fibrosa haciendo que se adapte al relieve de la forma 20 cuando se da forma a la preforma o durante su consolidación por densificación parcial.

De este modo, se muestra una llave 30 de conformación en la figura 4. Presenta una parte 31 en forma de virola y una parte en saliente 33 de forma correspondiente a la

de un lóbulo 23 del instrumento 20 para poder acoplarse entre las partes superiores externas de dos lóbulos 23 adyacentes conformando una textura fibrosa (no representada) apretada entre varias llaves 30 y la forma 20. En el caso en que los lóbulos de la estructura con lóbulos que va a fabricarse presenten formas diferentes, se utilizan llaves de formas diferentes correspondientes. En el ejemplo ilustrado, una llave 30 cubre un sector correspondiente a un paso entre lóbulos 23 en dirección circunferencial. También podrán usarse llaves que cubren un sector de dimensión superior si la geometría de la estructura de múltiples lóbulos 22 lo permite.

En cuanto a la figura 5, muestra una membrana 40 flexible relativamente gruesa, por ejemplo de elastómero, que presenta una forma correspondiente a la de la estructura con lóbulos que va a fabricarse. La utilización de las llaves 30 y de la membrana 40 se describirá en detalle más adelante.

La obtención de una preforma fibrosa de una estructura con lóbulos 10, según un primer modo de realización de la invención, se describirá a continuación en referencia a las figuras 6 a 12.

Se realiza una banda de textura fibrosa 101 y se forman cortes o incisiones 102 a través de todo el espesor de la banda a partir de un borde longitudinal 101_a de la banda en dirección sensiblemente perpendicular al borde 101_a. Las incisiones 102 presentan las mismas longitudes y se extienden sobre una parte solamente del ancho de la banda 101 dejando una zona 110 sin incisiones a lo largo del borde 101_b opuesto al borde 101_a. El paso p entre incisiones corresponde al paso circunferencial entre los emplazamientos de origen o arranque de los lóbulos de la preforma de estructura con lóbulos que va a realizarse, es decir corresponde al paso entre los emplazamientos de arranque 13_b (figura 1) de los lóbulos 13 de la estructura con lóbulos que va a fabricarse.

La zona 110 de la banda 101 está destinada a formar una primera parte de preforma de estructura con lóbulos correspondiente a la parte anular 11, sensiblemente hasta su unión con los lóbulos 13. Como se ilustra mediante la figura 7, se podrá conferir a la zona 110, por lo menos sobre una parte de su ancho a partir del borde 101_b, un espesor e₁ superior al espesor e₂ del resto 120 de la banda 101 con el fin de presentar un espesor superior al nivel del anillo 2 mediante el que se monta el mezclador.

Tal como se ilustra mediante la figura 8, en la zona 120 de la banda 101 destinada a formar una segunda parte de preforma de estructura con lóbulos correspondiente a la falda 12 de múltiples lóbulos, se podrá presentar un espesor reducido e₃ con respecto al

espesor e_2 , en zonas marginales 104_a , 106_a , a lo largo de los bordes de las incisiones 102. Un ensamblaje con otros elementos constitutivos de la preforma fibrosa de la estructura con lóbulos podrá realizarse de este modo con recubrimiento al nivel de las zonas marginales 104_a , 106_a sin generar sobreespesores notables, tal como se describe más adelante de manera más detallada.

Los otros elementos constitutivos de la preforma fibrosa de estructura con lóbulos, con la banda 101, son elementos 130 en forma de sectores que pueden obtenerse ventajosamente por corte en una banda de textura fibrosa tal como la banda 105 de la figura 9.

En la figura 9, los trazos mixtos indican las líneas de corte de los elementos 130. Los elementos 130 presentan una forma general sensiblemente triangular con una base 132 y dos bordes 134, 136, extendiéndose las bases 132 de los elementos 130 alternativamente sobre un lado 105_a de la banda 105 y sobre el lado opuesto 105_b . Como muestra la figura 10, la banda 105 presenta un espesor e_4 sensiblemente igual al espesor e_2 de la zona 120 de la banda 101, con la excepción de las zonas marginales 134_a , 136_a de espesor reducido e_5 a lo largo de los bordes 134, 136 de los elementos 130. Las zonas marginales 134_a , 136_a presentan un ancho sensiblemente igual al de las zonas marginales 104_a , 106_a .

El ensamblaje de los elementos 130 que forman sectores con la banda 101 se realiza abriendo las incisiones 102 por separación de sus bordes 104, 106 para insertar los elementos 130 cortados en la banda 105, como se muestra mediante la figura 11. Las zonas marginales 104_a y 134_a se recubren mutuamente, así como las zonas marginales 106_a y 136_a . El ancho de la banda 105 se elige para que los elementos 130 ocupen el espacio entre los bordes 104, 106 de las incisiones 102, en todo el ancho de estos bordes, y se utilizan tantos elementos 130 como incisiones 102 hay, insertándose cada elemento 130 entre los bordes de una incisión respectiva.

La figura 12 muestra el recubrimiento de zonas marginales 104_a , 106_a con zonas marginales 134_a , 136_a , respectivamente. Los espesores e_3 y e_5 se eligen, por ejemplo iguales entre sí, de modo que su suma sea sensiblemente igual a los espesores e_2 y e_4 para no generar sobreespesores notables. La conexión entre los elementos 130 y la banda 101 se realiza ventajosamente mediante costura de sus zonas marginales superpuestas, por medio de un hilo de costura 140. La costura puede realizarse mediante respunte o mediante punto de cadeneta. Pueden preverse otros modos de conexión, tales

como implantación de hilos, como se describe por ejemplo en el documento US 4 628 846, o implantación de agujas o alfileres, tal como se describe en el documento WO97/06948, o incluso pegado, completándose la conexión por codensificación de los elementos constitutivos de la preforma fibrosa tras su ensamblaje.

5 Las bandas 101 y 105 se realizan ventajosamente mediante tejido tridimensional de tipo interlock con espesor variable.

Preferentemente, como ya se ha indicado, la preforma fibrosa se realiza de fibras de cerámica, concretamente de fibras SiC. El tejido podrá efectuarse por tanto con un hilo comercializado por la sociedad japonesa Ube Industries Ltd. con la denominación
10 "Tyranno ZMI" o un hilo comercializado por la sociedad japonesa Nippon Carbon con la denominación "Nicalon". Con el fin de facilitar el tejido y evitar un deterioro del hilo durante su tejido, podrá realizarse un recubrimiento mediante un hilo de un material susceptible de eliminarse posteriormente sin afectar la hilo de SiC, por ejemplo un recubrimiento mediante un hilo de poli(alcohol vinílico) (PVA) que puede eliminarse por disolución en
15 agua.

Las figuras 13 a 15 muestran los ligamentos de base utilizados con un hilo de este tipo para obtener respectivamente tejidos de espesores $e_1 = 3$ mm aproximadamente, $e_2 = e_4 = 1,5$ mm aproximadamente y $e_3 = e_5 = 0,75$ mm aproximadamente, estando los hilos de trama en sección.

20 Un tejido tridimensional con ligamento de tipo interlock es un tejido en el que cada hilo de urdimbre conecta entre sí varias capas de hilos de trama, siendo los trayectos de los hilos de urdimbre idénticos.

El paso de un espesor a otro puede realizarse de manera progresiva con eliminación o adición de capas de hilos de urdimbre y de trama.

25 Pueden usarse otros modos de tejido tridimensional, por ejemplo tejidos de múltiples capas con ligamentos de tipo multitela, multisatén o multisarga. Tales ligamentos que pueden utilizarse para el tejido de texturas fibrosas de espesor evolutivo se describen concretamente en el documento PCT FR2006/050617.

30 En el caso en que las fibras de la textura fibrosa son de cerámica, concretamente de SiC, el hilo de costura 140 también puede ser de SiC, por ejemplo idéntico al usado para la realización de la textura fibrosa. Asimismo, se puede usar un hilo de costura de carbono.

La figura 16 ilustra una variante de realización según la cual el ensamblaje de los

elementos 130 con la banda 101 se efectúa por medio de bandas de ensamblaje 150 que recubren las zonas marginales 104a, 134a y 106a, 136a, estando dispuestas éstas borde a borde y no superpuestas. Las bandas 150 se cortan en una textura fibrosa obtenida por ejemplo mediante tejido tridimensional y de la misma naturaleza que la textura fibrosa de la banda 101 y de los elementos 130. El espesor de las bandas de ensamblaje se elige para no generar sobreespesores notables. La conexión entre la banda 101 y los elementos 130 se realiza por ejemplo mediante costura de las bandas de ensamblaje 150 sobre las zonas marginales 104a, 134a y 106a, 136a por medio de hilo de costura 160.

Tras el ensamblaje de la banda 101 con los elementos 130, el conjunto se conforma sobre la forma 20 para obtener la preforma fibrosa deseada para la estructura con lóbulos que va a fabricarse. La zona 110 de la banda 101 se aplica sobre la parte anular 21 tras lo cual el conjunto formado por la zona 120 de la banda 101 y los elementos 130 que forman sectores se aplica sobre la parte de múltiples lóbulos 22 de la forma 20 para obtener una parte de preforma fibrosa correspondiente a la falda 12 de múltiples lóbulos de la estructura con lóbulos. La conformación de la preforma fibrosa podrá realizarse con la ayuda de unas llaves 30 de conformación (figura 4) y/o de la membrana 40 (figura 5).

La figura 17 muestra parcialmente la preforma fibrosa 100 de estructura con lóbulos así obtenida. La preforma 100 comprende una parte de preforma anular 111 correspondiente a la parte anular 11 de la estructura con lóbulos y formada mediante la conformación de la zona 110 de la banda 101 sobre la parte anular 21 de la forma 20, y una parte 112 de preforma de múltiples lóbulos correspondiente a la falda 12 de múltiples lóbulos de la estructura con lóbulos y formada mediante conformación sobre la parte 22 de la forma 20.

En el ejemplo representado mediante la figura 17, la preforma fibrosa 100 se ha dispuesto sobre la forma 20 de manera que las líneas 121 de conexión entre elementos constitutivos de la preforma (es decir, las zonas marginales cosidas a lo largo de los bordes de las incisiones formadas en la banda 21) que se extienden a lo largo de los flancos de los lóbulos 113 de la parte de preforma 112. Una disposición de este tipo presenta una ventaja puesto que, en el mezclador producido mediante ensamblaje de las estructuras con lóbulos obtenidas tras la densificación de las preformas 100, estas líneas de conexión se encuentran en las zonas del mezclador menos solicitadas mecánicamente.

Como variante, las líneas de conexión entre elementos constitutivos de la preforma

podrían disponerse a lo largo de las partes superiores externas de los lóbulos 113. Una disposición de este tipo presenta también una ventaja puesto que, en el mezclador finalmente obtenido, las líneas de conexión se encuentran por tanto en zonas del mezclador expuestas a las temperaturas menos elevadas.

5 Tanto en un caso como en el otro, las líneas de conexión se extienden sensiblemente en el sentido del paso del flujo gaseoso en el mezclador finalmente obtenido de modo que eventuales irregularidades de superficie inducidas por la presencia de las líneas de conexión no pueden perturbar de manera significativa el paso de este flujo gaseoso.

10 Evidentemente, las dimensiones de la banda 101 y de los elementos 130 que forman sectores se eligen para obtener una preforma 100 de forma correspondiente a la de la estructura con lóbulos que va a fabricarse, teniéndose eventualmente en cuenta un mecanizado eventual final tras la densificación de la preforma. De este modo, la longitud de la banda 101 se elige en función de la circunferencia deseada para la parte de preforma 111 mientras que el ancho de la banda 101 se elige en función de la dimensión deseada de la preforma 100 en dirección axial tras la formación de los lóbulos 113. Además, las longitudes de los lados de la base 132 de los elementos 130 que forman sectores se eligen para completar la longitud de la banda 101 con el fin de obtener una longitud total correspondiente al desarrollo de la curva formada por el borde de extremo aguas abajo de la parte de preforma 112.

20 La figura 18 muestra una variante de realización según la cual la banda 101 presenta un espesor en la parte de preforma 111 igual al de la parte de preforma 112 (aparte de las zonas marginales de las incisiones 102 que presentan un espesor reducido).

25 El refuerzo del espesor de la parte de preforma correspondiente a la parte anular de la estructura con lóbulos puede garantizarse entonces mediante la adición de un estrato fibroso suplementario 107, por ejemplo de la misma naturaleza que la banda 101. Como muestran las figuras 19 y 20, el estrato 107 presenta un ancho variable entre un primer valor correspondiente sensiblemente al de la zona 110, y un segundo valor superior al primer al nivel de las incisiones 102, con objeto de recubrir y reforzar las zonas de origen (o de arranque) de los lóbulos 113 que se sitúan a los niveles de las incisiones 102.

30 El estrato fibroso suplementario 107 puede conectarse a la banda 101 de la misma manera que los elementos 130, por ejemplo, mediante algunos puntos de costura,

mediante implantación de agujas o alfileres, o incluso mediante pegado.

Un segundo modo de realización de la invención se describe a continuación haciendo referencia a las figuras 21 a 26.

Según este segundo modo de realización, la preforma fibrosa de estructura con lóbulos se realiza mediante ensamblaje de, y dando forma a, una pluralidad de elementos constitutivos que comprenden cada uno un sector de por lo menos un estrato constitutivo de una primera parte de preforma correspondiente a la parte anular de la estructura con lóbulos y un sector de una segunda parte de preforma correspondiente a la falda de múltiples lóbulos de la estructura con lóbulos.

La figura 21 ilustra esquemáticamente un elemento constitutivo 201 de este tipo realizado de una sola pieza de textura fibrosa con dos partes 210 y 220 que forman sectores, extendiéndose la parte 220 sobre un ángulo β más grande que el ángulo α sobre el que se extiende la parte 210.

El elemento 201 presenta un espesor constante e_6 con la excepción de las zonas marginales 204_a, 206_a de espesor reducido e_7 a lo largo de sus bordes longitudinales 204, 206, como muestra la figura 22.

Varios elementos 201 en forma de sectores se ensamblan con recubrimiento mutuo de las zonas marginales que se extienden a lo largo de sus bordes adyacentes, tal como se muestra esquemáticamente mediante las figuras 23 y 24. Los elementos 201 ensamblados se conectan entre sí, por ejemplo, mediante costura a lo largo de las zonas marginales en recubrimiento mutuo, utilizando un hilo de costura 240 eventualmente de la misma naturaleza que la textura fibrosa que constituye los elementos 201. Pueden utilizarse otros modos de ensamblaje, concretamente, implantación de agujas o alfileres o pegado. El espesor e_7 puede elegirse sensiblemente igual a la mitad del espesor e_6 para no generar un sobreespesor notable al nivel de los recubrimientos mutuos de las zonas marginales 204_a, 206_a.

Por tanto, se obtiene un conjunto fibroso en forma general de sector de corona con una parte anular formada por la reunión de las partes 210 que forman sectores de anillo y una parte plegada (no desarrollable) formada por la reunión de los sectores 220.

Los elementos 201 constitutivos de la preforma fibrosa pueden realizarse mediante tejido tridimensional, por ejemplo de tipo interlock, con las zonas marginales de menor espesor como se describió anteriormente respecto al primer modo de realización de la invención. Para la realización de los elementos 201, pueden usarse hilos de la misma

naturaleza que la mencionada anteriormente también respecto al primer modo de realización.

La figura 25 ilustra una variante de realización según la cual el ensamblaje de los elementos 201 entre sí se efectúa por medio de bandas de ensamblaje 250 que recubren las zonas marginales 204_a, 206_a dispuestas no en recubrimiento mutuo, sino borde a borde. Las bandas 250 se cortan en una textura fibrosa obtenida por ejemplo mediante tejido tridimensional y de la misma naturaleza que la textura fibrosa de los elementos 201. El espesor de las bandas de ensamblaje 250 puede elegirse para no generar un sobreespesor notable. La conexión entre los elementos 201 y las bandas de ensamblaje 250 se realiza por ejemplo mediante costura de las bandas de ensamblaje 250 sobre las zonas marginales 204_a, 206_a por medio de hilo de costura 260. También se puede realizar una conexión mediante implantación de agujas o alfileres o mediante pegado.

Tras el ensamblaje y la conexión mutua de los elementos 201, el conjunto se conforma sobre la forma 20 para obtener la preforma deseada para la estructura con lóbulos que va a fabricarse. Las partes ensambladas en forma de sectores 210 se aplican sobre la parte anular 21 de la forma 20 para obtener un estrato constitutivo de la parte de preforma 211 correspondiente a la parte anular de la estructura con lóbulos. Las partes ensambladas en forma de sectores 220 se aplican sobre la parte de múltiples lóbulos 22 de la forma 20 eventualmente con la ayuda de las llaves 30 de conformación o de la membrana 40 para obtener una parte de preforma de múltiples lóbulos 212 correspondiente a la falda de múltiples lóbulos de la estructura con lóbulos que va a fabricarse.

La figura 26 muestra parcialmente la preforma 200 de estructura con lóbulos así obtenida. Un refuerzo del espesor de la parte de preforma 211 puede garantizarse mediante la adición de un estrato fibroso suplementario 207, por ejemplo, de la misma naturaleza que los elementos 201. Como muestran las figuras 26 a 28, el estrato 207 presenta un ancho variable entre un primer valor correspondiente sensiblemente al de la parte de preforma 210 y un segundo ancho más grande de modo que se extiende hasta el nivel de las zonas de origen (o de arranque) de los lóbulos 213 de la preforma 200, con el fin de reforzar estas zonas. Otro estrato suplementario 208 similar al estrato 207 aunque puede presentar un ancho constante correspondiente al de la parte 210 puede disponerse al otro lado de la parte de preforma 211, disponiéndose el estrato 208 sobre la parte anular 21 de la forma 20 antes de la aplicación del conjunto de los elementos 201

ensamblados. Los estratos 207 y 208 pueden conectarse a las partes 210 que forman sectores, por ejemplo, mediante puntos de costura, implantación de agujas o alfileres, o pegado.

5 Debe observarse que los elementos 201 podrán realizarse con un espesor más importante al nivel de los sectores 210, con objeto de obtener directamente una parte de preforma anular 211 de mayor espesor, sin necesitar la adición de estratos suplementarios.

10 La preforma fibrosa 200 se dispone sobre la forma 20 durante su conformación de manera que las líneas de ensamblaje entre las partes 220 que forman sectores estén situadas preferentemente a lo largo de los flancos de los lóbulos o a lo largo de las partes superiores externas de los lóbulos (como en la figura 26), por los motivos indicados anteriormente respecto a la preforma 100.

15 Las dimensiones de los elementos 201 se eligen para obtener una preforma 200 de estructura con lóbulos de forma correspondiente a la de la estructura con lóbulos que va a fabricarse, teniendo en cuenta, dado el caso, un eventual mecanizado final tras la densificación de la preforma. En particular, las partes 220 en forma de sectores deben extenderse sobre un ángulo β suficientemente grande para permitir la formación de los lóbulos 213 deseados.

20 En lo expuesto anteriormente, se ha previsto conferir un espesor reducido a las zonas marginales de los elementos constitutivos de la preforma fibrosa que están en recubrimiento mutuo o en recubrimiento con bandas de ensamblaje para el ensamblaje de la preforma. Sin embargo esto no es necesario, y podrá no reducirse el espesor de las zonas marginales en recubrimiento puesto que los sobreespesores inducidos durante el ensamblaje de los elementos constitutivos de la preforma no afectan de manera
25 significativa al comportamiento aerodinámico del mezclador finalmente obtenido.

La preforma fibrosa 100 ó 200 puede obtenerse a partir de elementos de textura fibrosa seca (no preimpregnada) o de textura fibrosa preimpregnada.

30 En el primer caso, antes de la densificación de la preforma mediante una matriz por lo menos en parte de cerámica, puede realizarse una etapa previa de consolidación de la preforma fibrosa por densificación parcial mediante una matriz de consolidación. Esta etapa de consolidación puede consistir en impregnar la preforma fibrosa mediante una composición líquida precursora de cerámica o de carbono, por ejemplo, una resina eventualmente diluida en un disolvente, a continuación en transformar el precursor

mediante tratamiento térmico tras eliminación del disolvente eventual y reticulación de la resina. Precursores de SiC son, por ejemplo, resinas de tipo polycarbosilano, polititanocarbosilano, polisilazanos o polisiloxanos mientras que un precursor de carbono es, por ejemplo, una resina con tasa de coque relativamente elevada, tal como una resina fenólica. En particular, en los documentos WO 2006/090087, FR 0654542 y US 5 846 379 se describen procesos de consolidación de preformas fibrosas, que incluyen dado el caso la formación de un revestimiento de interconexión entre fibras y matriz. También puede formarse previamente un revestimiento de interconexión de este tipo, por ejemplo, de carbono pirolítico o de nitruro de boro (BN) sobre la textura fibrosa utilizada para los elementos constitutivos de la preforma o tras el ensamblaje de estos elementos. Por tanto, la formación del revestimiento de interconexión puede obtenerse por infiltración química en fase gaseosa.

Con vistas a su consolidación, la preforma fibrosa seca 100 ó 200 se conforma sobre la forma 20 que constituye una parte de molde macho por medio, por ejemplo, de las llaves 30 de conformación que constituyen elementos de molde hembra. Las llaves de conformación se retiran y la membrana 40 se coloca. Se realiza la impregnación de la preforma fibrosa por el precursor líquido de la matriz de consolidación. La impregnación de la preforma puede estar asistida mediante puesta a vacío del espacio entre la forma 20 y la membrana 40, pudiendo recubrirse entonces la membrana por una película estanca.

Tras el secado y la reticulación de la resina, se realiza un tratamiento térmico de transformación por pirólisis del precursor de resina de cerámica o carbono y se obtiene una preforma fibrosa consolidada parcialmente densificada mediante una matriz cerámica o carbono. La preforma consolidada se fija en la forma deseada definida por la forma 20 y la membrana 40. La utilización de la membrana 40 de elastómero contribuye a conferir un aspecto de superficie relativamente liso, que atenúa irregularidades tales como las resultantes de las conexiones efectuadas entre los elementos constitutivos de la preforma.

En el caso de la utilización de una textura fibrosa preimpregnada, la preimpregnación puede realizarse mediante una resina precursora de cerámica o de carbono tal como las mencionadas anteriormente, pudiendo prepolimerizarse la resina tras la eliminación de un disolvente eventual utilizado para la impregnación.

La conformación de la preforma fibrosa obtenida mediante ensamblaje de elementos de textura fibrosa preimpregnada se realiza sobre la forma 20 por medio, por ejemplo, de la membrana 40. El moldeo de la preforma puede estar asistido por aplicación

de una presión diferencial y a continuación se reticula completamente la resina.

A continuación, se realiza un tratamiento térmico de transformación por pirólisis del precursor de resina de cerámica o de carbono y se obtiene una preforma fibrosa consolidada parcialmente densificada mediante una matriz cerámica o de carbono.

5 En los dos casos, a la densificación de la preforma consolidada le sigue la formación de una matriz cerámica, por ejemplo, por infiltración química en fase gaseosa o CVI (“Chemical Vapor Infiltration”).

10 La matriz cerámica puede ser una cerámica refractaria, tal como SiC, o, ventajosamente, una matriz cerámica “autocicatrizante”. Una matriz cerámica “autocicatrizante” se obtiene realizando por lo menos una fase constitutiva de la matriz en un material que puede, mediante paso al estado viscoso en un cierto ámbito de temperaturas, llenar o “cicatrizarse” las fisuras que se forman en la matriz, concretamente, por el efecto de ciclos térmicos. Composiciones que presentan propiedades “autocicatrizantes” son concretamente composiciones vítreas, por ejemplo de tipo
15 aluminosilicato, o composiciones que pueden, por el efecto de una oxidación, formar composiciones vítreas. Fases de matriz de carburo de boro B₄C o de un sistema ternario Si-B-C son precursores de composiciones vítreas.

20 Se obtiene tras la densificación por la matriz cerámica una estructura con lóbulos de CMC tal como la estructura 10 de la figura 29, que forma un sector de mezclador con lóbulos.

25 En el caso de una preforma fibrosa seca, debe observarse que la consolidación de la preforma puede realizarse no por vía líquida (impregnación por un precursor líquido de la matriz de consolidación seguida de reticulación y pirólisis), sino por CVI. Se utilizan entonces elementos de instrumento rígido, una forma 20 y unas llaves 30 de conformación, que, al tiempo que mantienen la preforma fibrosa en la forma deseada, están ventajosamente multiperforados para favorecer el acceso de la fase gaseosa a la preforma.

30 En el ejemplo descrito, el mezclador se obtiene mediante ensamblaje de tres sectores. Evidentemente, el número de sectores que forman el mezclador y que constituyen cada uno una estructura con lóbulos puede ser diferente de tres, estando adaptados los instrumentos que sirven para la realización de las preformas a las formas de las estructuras con lóbulos que van a realizarse.

También se podrá realizar un mezclador 19 de CMC en una sola pieza por

densificación de una preforma fibrosa completa de un mezclador. Un mezclador de este tipo se representa en la figura 30. Se utilizará entonces para la conformación de la preforma fibrosa una forma y una membrana que presentan formas correspondientes a la del mezclador completo que va a obtenerse. En el modo de realización de las figuras 6 a 12, los dos extremos de la zona 120 de la banda de textura fibrosa 101 serán tratados entonces como los bordes de una incisión y los dos extremos de la zona 110 de la banda de textura fibrosa 101 se ensamblarán por sus zonas marginales, de la misma manera que para el ensamblaje de los elementos constitutivos de la preforma, para formar un anillo completo.

De este modo, en la descripción y en las reivindicaciones, debe comprenderse que la expresión “estructura con lóbulos” designa un mezclador con lóbulos completo o solamente un sector de un mezclador de este tipo.

Reivindicaciones

1. Procedimiento de fabricación de una estructura con lóbulos de mezclador de flujo de turbina de gas que presenta una parte aguas arriba anular prolongada aguas abajo por una parte que forma una falda de múltiples lóbulos que presenta una pluralidad de lóbulos distribuidos alrededor de un eje longitudinal de la estructura con lóbulos, comprendiendo el procedimiento:

- la realización de una preforma fibrosa de fibras refractarias que presenta una forma correspondiente a la de la estructura con lóbulos que va a fabricarse, a partir de varios elementos constitutivos de textura fibrosa que se ensamblan entre sí y a los cuales se da forma por medio de un instrumento de forma correspondiente a la de la estructura con lóbulos que va a fabricarse para obtener una preforma fibrosa ensamblada con una primera parte de preforma correspondiente a la parte anular de la estructura con lóbulos y una segunda parte de preforma correspondiente a la falda de múltiples lóbulos de la estructura con lóbulos, estando realizado el ensamblaje de los elementos constitutivos de la preforma fibrosa por lo menos en parte a lo largo de líneas de conexión que se extienden sensiblemente en el sentido de paso del flujo al nivel de lóbulos de la parte de preforma de falda de múltiples lóbulos, y

- la densificación de la preforma fibrosa a la cual se ha dado forma y ensamblada, mediante una matriz por lo menos en parte de cerámica.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el ensamblaje de los elementos constitutivos de la preforma se realiza mediante costura o mediante implantación de hilos, agujas o alfileres.

3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que el ensamblaje de los elementos constitutivos de la preforma se realiza a lo largo de líneas de conexión que se extienden por los flancos o las partes superiores externas de lóbulos de la segunda parte de preforma correspondiente a la falda de múltiples lóbulos.

4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el ensamblaje de los elementos constitutivos de la preforma se realiza con un recubrimiento de bordes adyacentes de los mismos.

5 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el ensamblaje de los elementos constitutivos de la preforma se realiza por medio de unas bandas de ensamblaje que recubren los bordes adyacentes de los mismos.

10 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que los elementos constitutivos de la preforma fibrosa se realizan mediante tejido tridimensional.

7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que los elementos constitutivos de la preforma fibrosa son de fibras de cerámica.

15 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende:
- la realización de un elemento de textura fibrosa en forma de banda,
- la realización de incisiones a través de la banda, extendiéndose las incisiones desde un lado de la banda, de manera sensiblemente perpendicular a este lado y sobre una distancia inferior al ancho de la banda,
20 - el corte de elementos en forma de sectores en una textura fibrosa,
- el ensamblaje de cada sector con la banda mediante conexión entre los bordes del sector y los bordes de una incisión respectiva de la banda, insertándose, por tanto, cada sector entre los bordes de una incisión.

25 9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que el elemento en forma de banda se realiza mediante tejido tridimensional con un espesor en su parte sin incisiones superior a su espesor en su parte con incisiones.

30 10. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que la primera parte de preforma correspondiente a la parte anular de la estructura con lóbulos se obtiene superponiendo al elemento en forma de banda por lo menos un estrato anular suplementario de textura fibrosa.

11. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que un estrato anular suplementario recubre unas zonas de arranque de los lóbulos de la segunda parte de preforma correspondiente a la falda de múltiples lóbulos de la estructura con lóbulos, al nivel de los fondos de las incisiones formadas en el elemento en forma de banda.

5

12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende:

- la realización de una pluralidad de elementos de textura fibrosa que comprenden cada uno un sector de por lo menos un primer estrato anular constitutivo de la primera parte de preforma correspondiente a la parte anular de la estructura con lóbulos y un sector de la segunda parte de preforma correspondiente a la falda de múltiples lóbulos del mezclador, y
- el ensamblaje de los elementos por lo menos a lo largo de bordes adyacentes de los sectores de la segunda parte de preforma correspondiente a la falda de múltiples lóbulos.

10

15

13. Procedimiento según la reivindicación 12, en el que, para formar la primera parte de preforma correspondiente a la parte anular de la estructura con lóbulos, se añade por lo menos un estrato anular suplementario de textura fibrosa que cubre por lo menos los sectores del primer estrato anular.

20

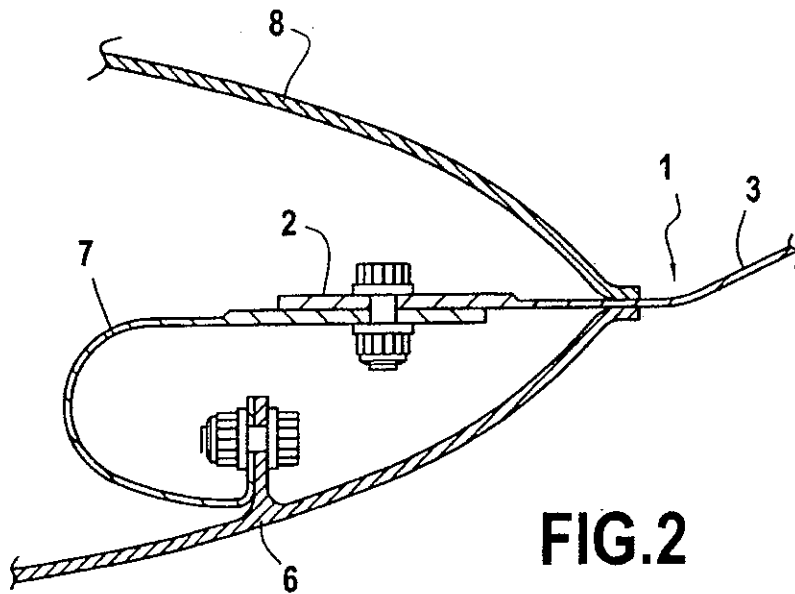
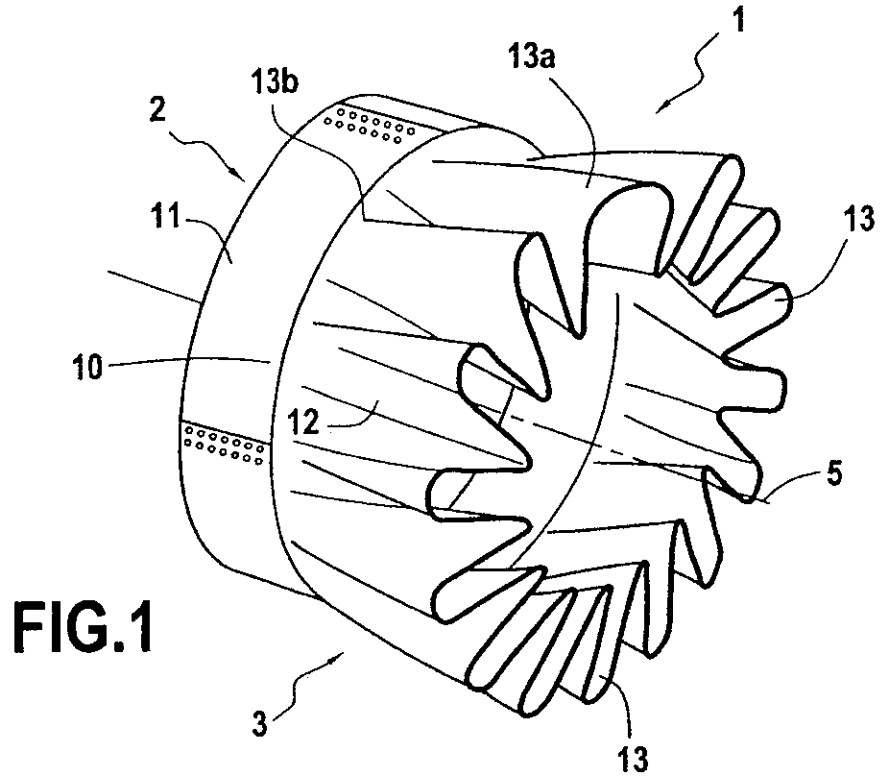
14. Procedimiento según la reivindicación 13, en el que un estrato sensiblemente anular suplementario recubre las zonas de arranque de los lóbulos de la segunda parte de preforma correspondiente a la falda de múltiples lóbulos, para reforzar estas zonas de arranque de los lóbulos.

25

15. Mezclador de flujo de CMC de turbina de gas, caracterizado porque se obtiene mediante ensamblaje de varios sectores que forman estructuras con lóbulos fabricadas según el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, o porque está formado por una estructura con lóbulos fabricada según el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14.

30

16. Motor aeronáutico con turbina de gas de doble flujo equipado con un mezclador de flujo según la reivindicación 15.



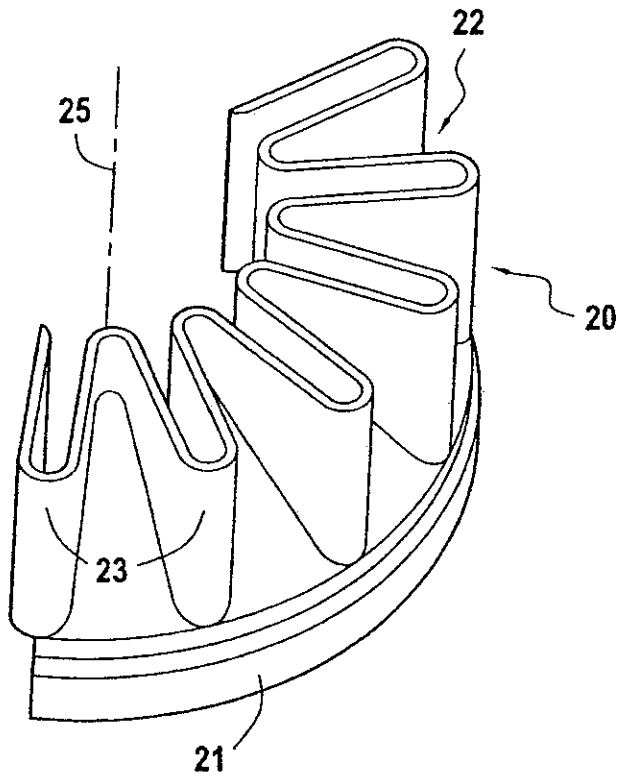


FIG. 3

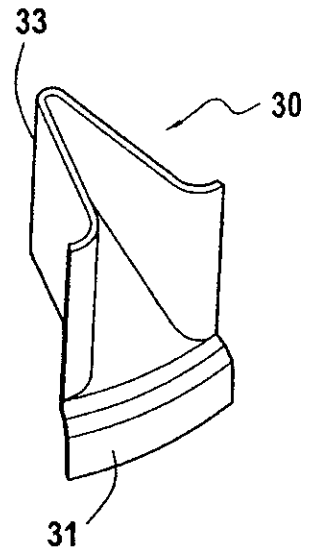


FIG. 4

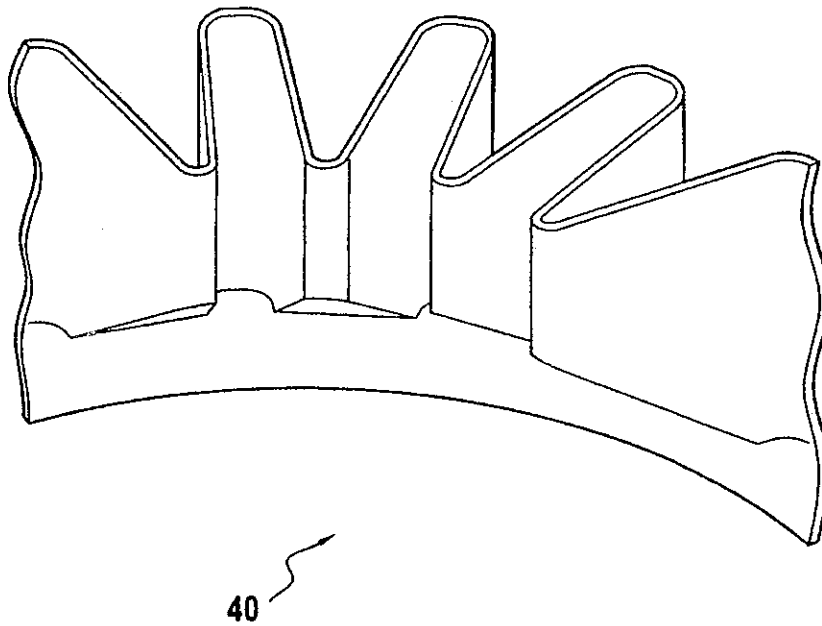


FIG. 5

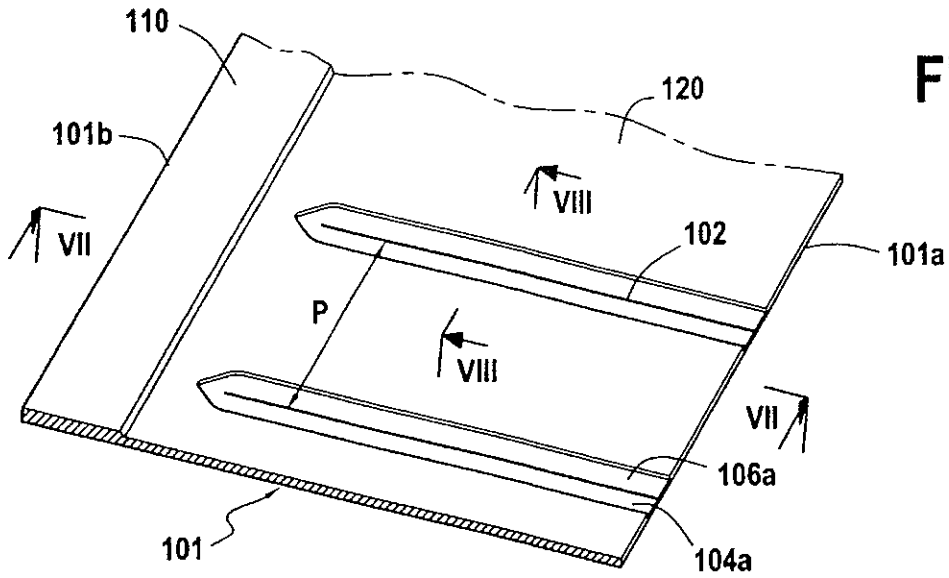


FIG. 6

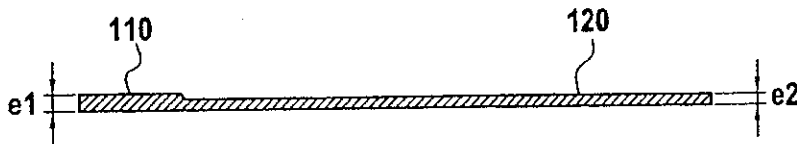


FIG. 7

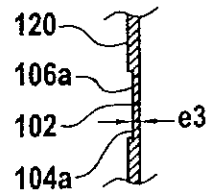


FIG. 8

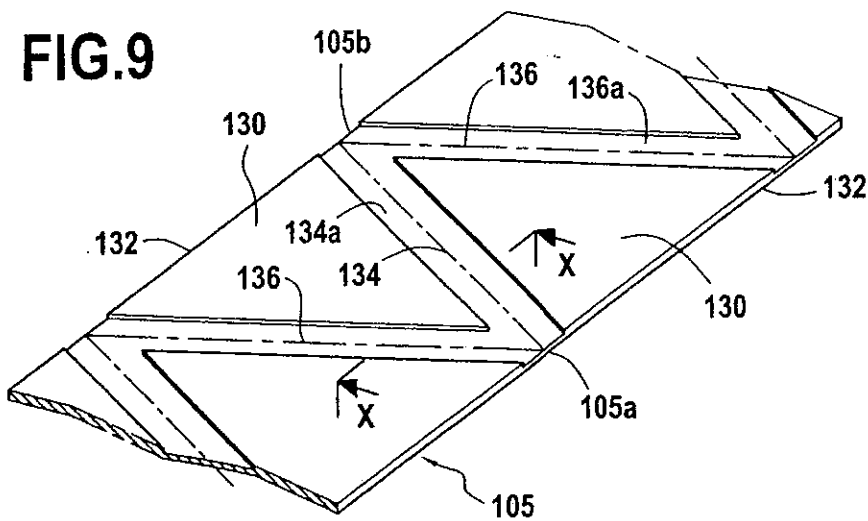


FIG. 9

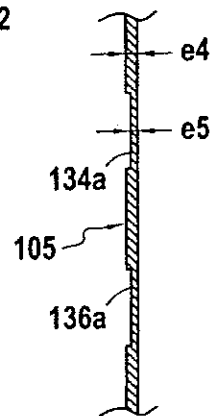


FIG. 10

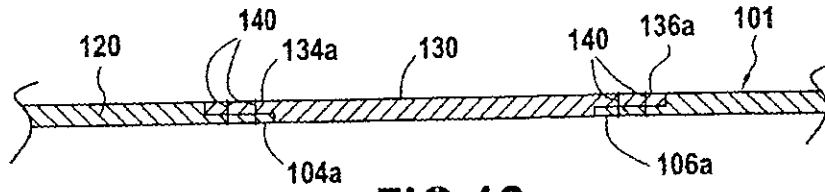


FIG. 12

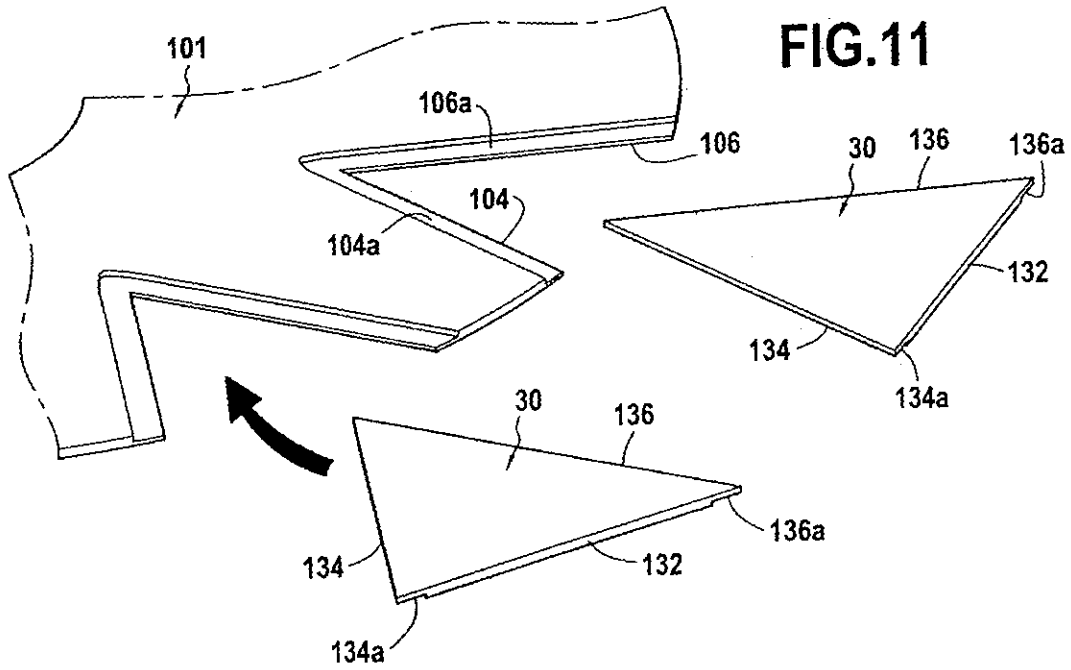


FIG. 11

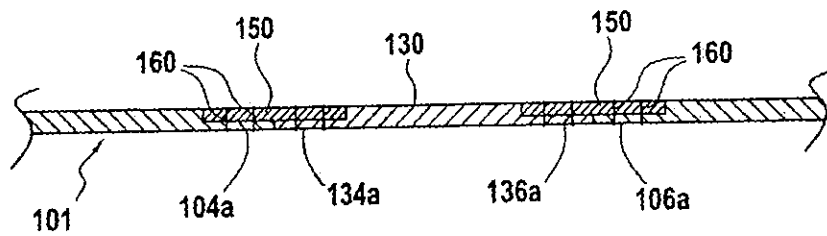


FIG. 16

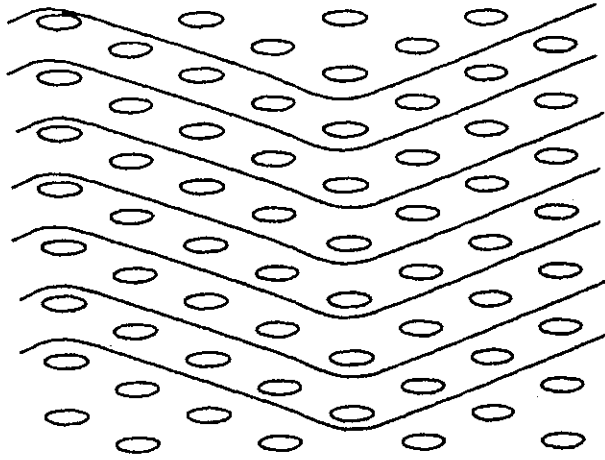


FIG.13

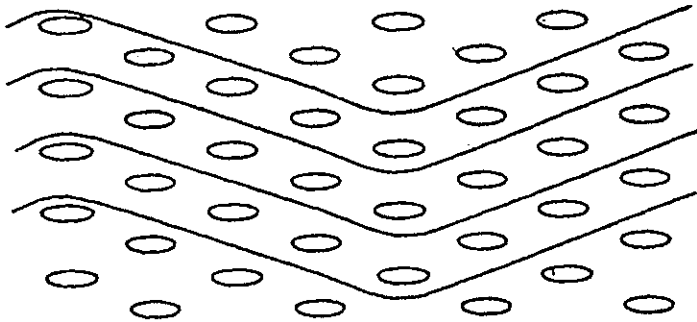


FIG.14

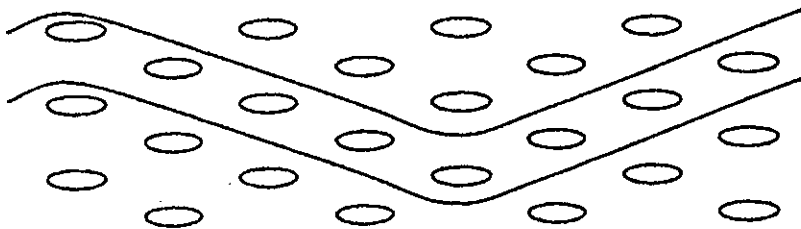


FIG.15

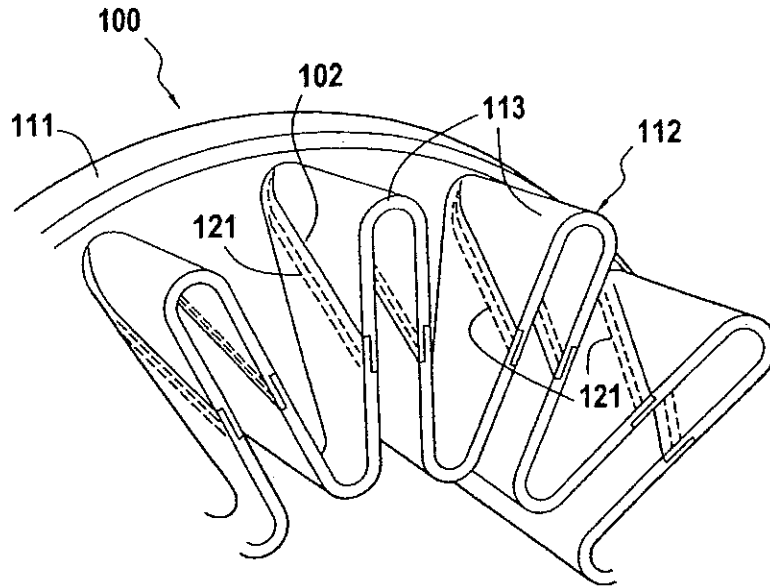


FIG.17

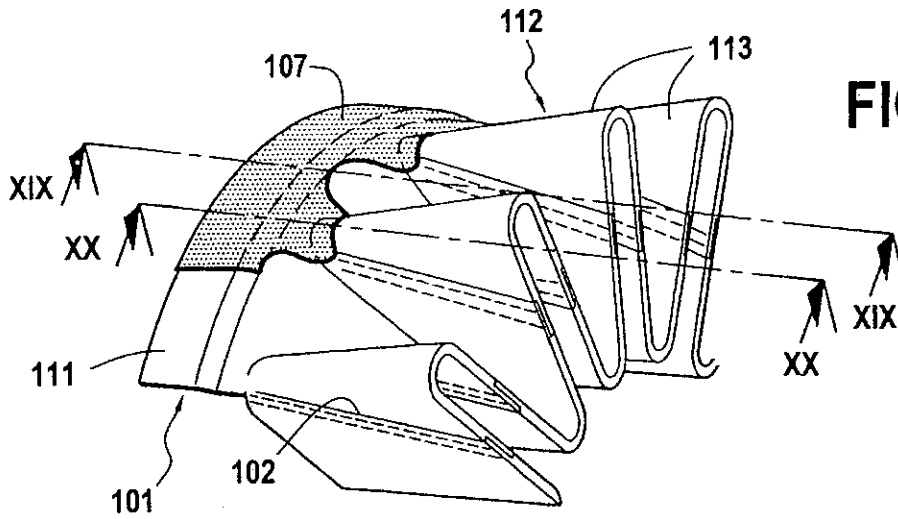


FIG.18

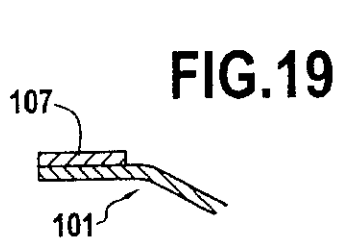


FIG.19

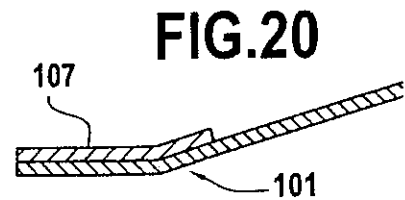


FIG.20

FIG.21

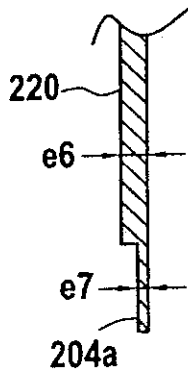
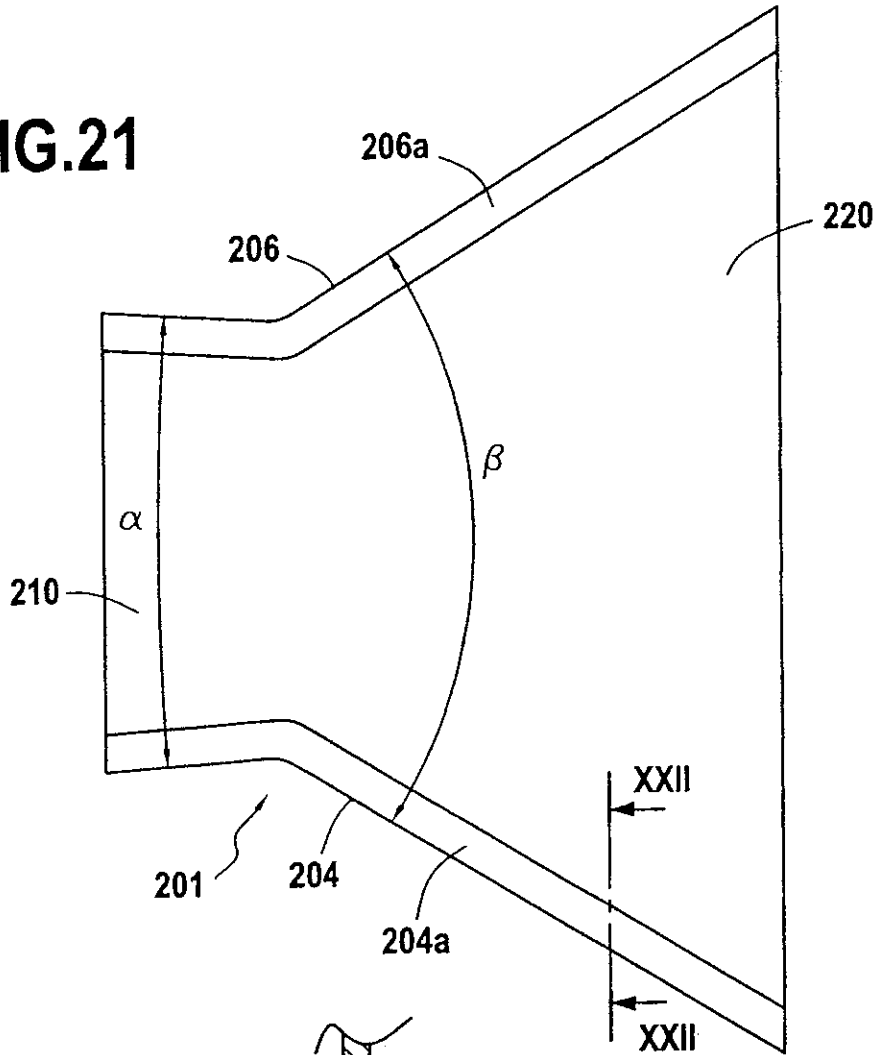


FIG.22

FIG.23

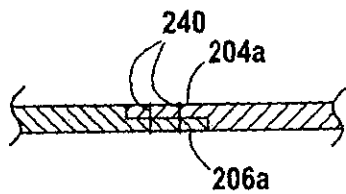
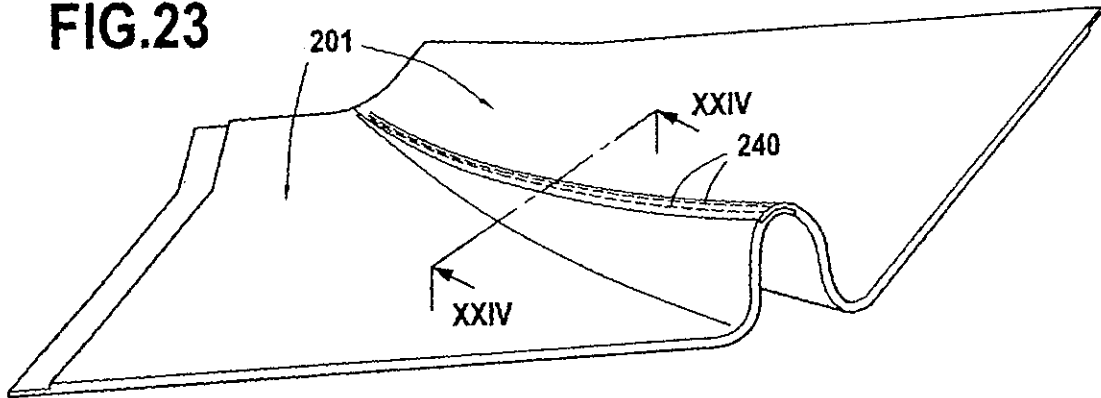


FIG.24

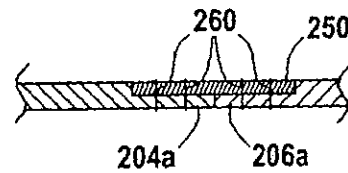


FIG.25

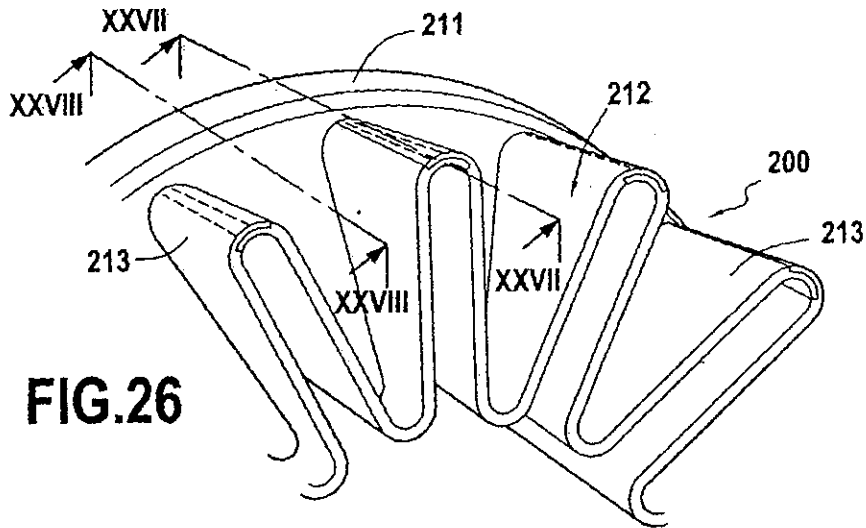


FIG.26

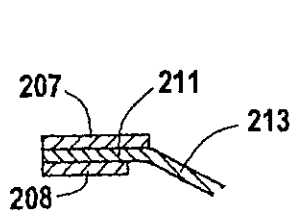


FIG.28

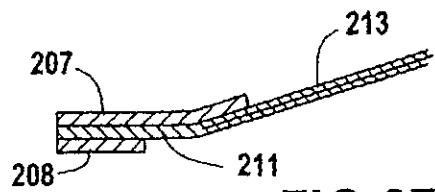


FIG.27

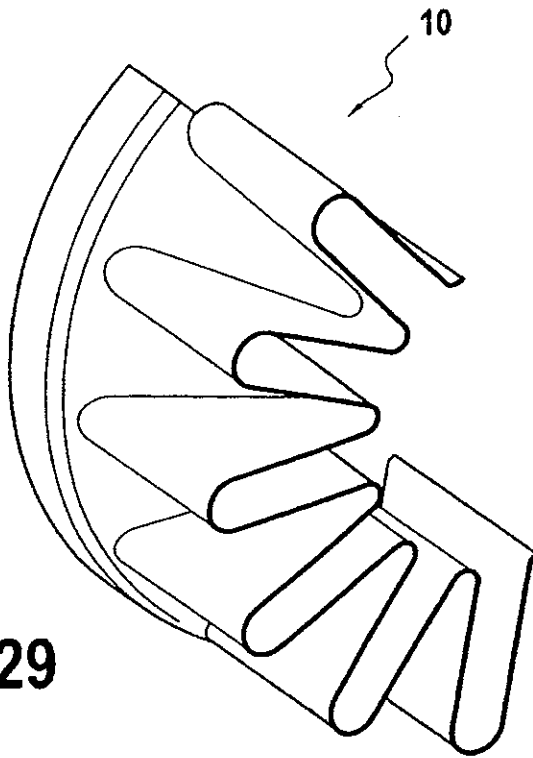


FIG. 29

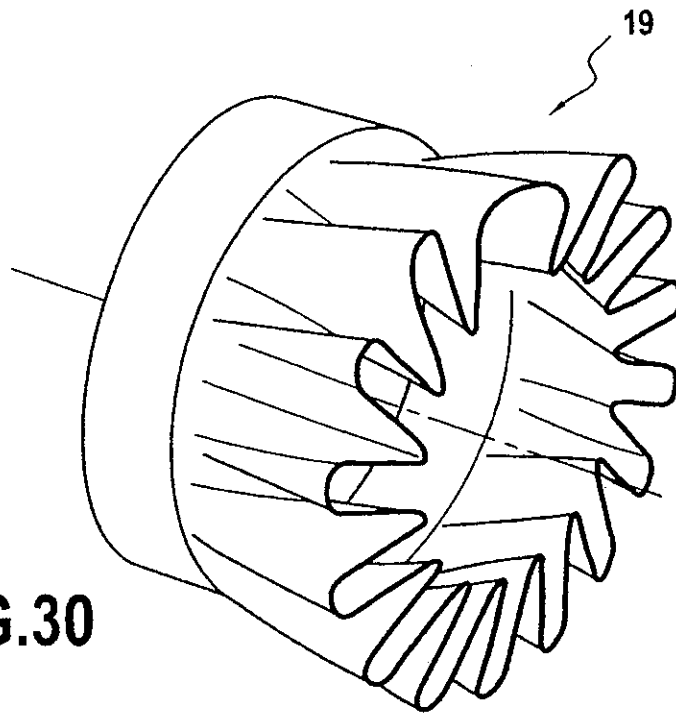


FIG. 30